



UNIVERSITA' DI PISA  
Corso di Laurea Magistrale in Medicina Veterinaria

**VALORI DI RIFERIMENTO DELLE DIMENSIONI  
ECOGRAFICHE RENALI NEL PULEDRO E  
CORRELAZIONE CON ACCRESCIMENTO  
CORPOREO**

**Candidato: Martina Sartoni**

**Relatori:**

**Dott.ssa Micaela Sgorbini**

**Dott.ssa Francesca Bonelli**

*ANNO ACCADEMICO 2014-2015*

*Alla mia grande famiglia*

***“...un cavallo, un cavallo, il mio regno per un cavallo!”***

***(Riccardo III, W. Shakespeare)***

## RIASSUNTO

Introduzione. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di eseguire misurazioni biometriche ed ecografie renali in puledri sani dalla prima alla sesta settimana di vita, al fine di ottenere valori di riferimento delle dimensioni ecografiche renali e di correlare queste misurazioni con l'accrescimento corporeo.

Materiali e metodi. Sono stati inclusi 14 puledri trottatori che rispettavano i seguenti criteri di inclusione: (1) tempo gestazionale >320 giorni; (2) parto eutocico (3) fattrici trattate per parassitosi gastro-intestinali e vaccinate contro influenza e tetano; (4) punteggio APGAR  $\geq 7$  a 5' postnatali; (5) IgG  $\geq 800$  mg/dl a 24h; (6) tempi semeiologici entro i limiti fisiologici. In tutti i soggetti sono state rilevate ecograficamente lunghezza e altezza di entrambi i reni e circonferenza di torace e stinco a 7, 14, 21, 28, 35 e 42 giorni.

Risultati. I dati sono stati espressi in media e DS e analizzati con il test di Komolgorov-Smirnov per valutare la distribuzione. Per ciascuna misura ecografica e biometrica è stata applicata l'ANOVA per dati appaiati e il test di Dunnett come *post hoc* per verificare differenze in relazione alla tempistica di rilievo dei dati. Il test di Pearson e la regressione lineare sono state utilizzate per ciascun tempo per valutare la correlazione tra misure biometriche e misure renali. Il T di Student è stato applicato per valutare differenze nelle misure di rene destro e sinistro. La significatività è stata settata a  $p < 0.05$ .

Risultati. ANOVA ha evidenziato differenze statisticamente significative tra i tempi per tutte le misurazioni effettuate ad eccezione che per l'altezza del rene sinistro e destro. Non sono state evidenziate correlazioni statisticamente significative tra misurazioni renali e biometriche. Esistono differenze tra rene destro e sinistro relativamente alla lunghezza.

Discussione e conclusioni. Le misurazioni renali ottenute risultano sovrapponibili con quanto rilevato da altri, ad eccezione della lunghezza del rene sinistro che è leggermente inferiore rispetto a quanto riportato da altri. I nostri risultati evidenziano un accrescimento precoce in lunghezza rispetto a quanto riportato in letteratura. Non abbiamo rilevato una correlazione tra accrescimento somatico e renale, in accordo con altri autori, mentre esiste un accrescimento legato all'età.

**Parole chiave.** Puledro, misure ecografiche renali, misure biometriche.

## ABSTRACT

Aim. The aim of the present study was evaluate biometric and ultrasonographic renal measures in healthy foals aged 1-6 weeks.

Materials and methods. 14 trotter foals were enrolled: (1) pregnancy lenght > 320 days (2) eutocic delivery, (3) mares' vaccination for EHV-1 and tetanus, (4) APGAR  $\geq 7$  5' after delivery, (5) IgG  $\geq 800$  mg/dl at 24H, (6) semiological parameters within normal values. Lenght and height of both kidneys were measured ultrasonographially, along with thoracic and knokle circumferences.

Weekly from 1 to 6 weeks of life. Data were expressed as mean and SD. Data distribution was evaluated. Anova was applied to verify differences related to time for renal and biometric measures. T student test was carried out to verify differences between right and left kidneys in ultrasound measures for all recording times.

Results. Data showed a gaussian distribution. Anova showed differences in biometric and renal measures related to time. T student revealed differences between right and left kidney in ultrasound renal measures.

Discussion and conclusions. Renal measures obtained in the present study are in line to what reported by others except for left renal lenght that is shorter than what revealed by others. Renal growth is faster respect to a previous study; moreover, growth is closely correlated with age and not with biometric measures, in line with literature. Differences were obtained between right and left kidney for lenght.

**Key words.** Foal, renal ultrasound measures, biometric measures.

## **INDICE**

### **PARTE GENERALE**

1. ULTRASONOGRAFIA ADDOMINALE NELLA SPECIE EQUINA	7
1.1 Ultrasonografia addominale nel cavallo adulto	8
1.1.1 Generalità e tecnica di esecuzione	8
1.1.2 Rilievi fisiologici	8
1.2 Ultrasonografia addominale nel puledro	12
1.2.1 Generalità e tecnica di esecuzione	12
1.2.2 Rilievi fisiologici	12
2. ULTRASONOGRAFIA RENALE	16
2.1 Ultrasonografia renale nel cavallo adulto	16
2.1.1 Generalità e tecnica di esecuzione	17
2.1.2 Stato dell'arte	21
2.1.3 Rilievi fisiologici	24
2.2 Ultrasonografia renale nel puledro	27
2.2.1 Generalità e tecnica di esecuzione	27
2.2.2 Stato dell'arte	27
2.2.3 Rilievi fisiologici	29
3. BIOMETRIA	31
3.1 Considerazioni generali	31
3.1.1 Misure lineari	32
3.1.2 Misure circonferenziali	33
3.2 Il trottatore italiano	34
3.2.1 Origini della razza	34
3.2.2 Morfologia e attitudine	34
3.2.3 Caratteri morfologici del Trottatore Italiano	35

### **PARTE SPERIMENTALE**

4. SCOPO	36
5. MATERIALI E METODI	37
5.1 Animali e management	37

5.1.1 Animali	37
5.1.2 Popolazione e criteri di inclusione	37
5.1.3 Stabulazione	37
5.1.4 Management al parto	38
5.1.5 Management del puledro	38
5.2 Metodi	39
5.2.1 Tempi e manualità	39
5.2.2 Parametri biometrici	39
5.2.3 Esecuzione ecografie e misurazioni	40
5.2.4 Analisi statistica	40
6. RISULTATI	42
7. DISCUSSIONE e CONCLUSIONI	43

## **PARTE GENERALE**

### **1. ULTRASONOGRAFIA ADDOMINALE NELLA SPECIE EQUINA**

L'ultrasonografia (US) transcutanea addominale è una procedura diagnostica non invasiva ampiamente utilizzata nell'ambito della medicina clinica equina per ottenere informazioni utili riguardo al tratto digestivo e agli altri organi addominali, concorrere alla diagnosi di patologie addominali acute o croniche ed effettuare il monitoraggio delle stesse (Busoni, 2011).

Come ogni altra tecnica di *imaging*, l'US addominale porta con sé vantaggi e svantaggi (Rabba, 2009).

I vantaggi sono rappresentati dal fatto che l'US è una tecnica non invasiva, sicura sia per esecutore che per paziente, eseguibile in campo e che permette di reperire informazioni altrimenti non ottenibili da altre metodiche diagnostiche. D'altro canto però è una tecnica che richiede una specifica attrezzatura, è operatore-dipendente e presenta in ambito equino alcuni limiti. Questi limiti sono dovuti al fatto che nella specie equina l'addome presenta notevoli dimensioni e profondità, vi è mobilità di alcune delle strutture addominali e vi è un parziale inquinamento delle immagini ecografiche, dato dal movimento dei polmoni all'interno della gabbia toracica, dalla motilità del pacchetto intestinale, e dalla presenza di organi con gas che impedisce di vedere i sottostanti visceri (Reef, 1991).

## **1.1 Ultrasonografia addominale nel cavallo adulto**

(Freeman, 2002; Rabba, 2009)

### **1.1.1 Generalità e tecnica di esecuzione**

Per eseguire una buona esplorazione dell'addome del cavallo adulto per via trans-addominale è necessaria una sonda a bassa frequenza (2,5-3,5 MHz). La tosatura dell'intero addome può essere effettuata e permette di ottenere immagini di migliore qualità e risulta necessaria nei cavalli con pelo lungo. Tuttavia, dato che l'area da esplorare è grande e che la tosatura di un'area così vasta porta via tempo, è possibile, specialmente durante l'urgenza medica, provare a realizzare l'ecografia usando solo alcol, poiché in molti cavalli le immagini ottenute sono di altrettanta qualità diagnostica. Di solito, la sedazione del paziente non risulta necessaria e la scansione ecografica si esegue su soggetti vigili ed in stazione. I visceri interessati da patologie sono facilmente soggetti a edema e raccolte liquide, diventando di conseguenza pesanti, quindi si può verificare l'evenienza che questi vadano a riempire la parte più declive dell'addome.

Nel soggetto adulto la tecnica di esecuzione prevede che venga variato l'orientamento della sonda a seconda della tipologia di porzione addominale esaminata; per avere una visualizzazione il più possibile globale degli organi cavitari sarà quindi necessario effettuare una scansione della parte laterale dell'addome, una scansione longitudinale della parte ventrale dell'addome ed una scansione trasversale della parte ventrale dell'addome.

### **1.1.2 Rilievi fisiologici**

#### Cavità peritoneale

Una piccola quantità di liquido anecogeno è normalmente visibile nell'addome ventrale tra gli organi addominali. Un aumento dell'ecogenicità del liquido libero in addome indica un'aumentata cellularità dello stesso.

#### Fegato

Il fegato fisiologico presenta una caratteristica ecogenicità intermedia tra i meno ecogeni reni e la più ecogena milza. E' riconoscibile per la sua caratteristica vascolarizzazione (vene epatiche e vene portali). È visibile all'ecografia nella regione addominale craniale dal lato destro e sinistro del cavallo: a sinistra



ventralmente al diaframma e caudalmente al cuore per 2/3 spazi intercostali; a destra può essere visibile dal diaframma al rene destro. Il volume epatico varia da un soggetto all'altro. La maggior parte del fegato non è visibile ecograficamente nel cavallo adulto e la valutazione della sua taglia dipende dalla porzione del parenchima epatico visibile ventralmente ai bordi ventrali polmonari. Un'atrofia epatica della porzione destra è comunemente riportata nel cavallo anziano.

### Milza

La milza è l'organo addominale più ecogeno ed è visualizzabile nel fianco sinistro dell'addome, ventralmente ai margini polmonari dal 7°-8° spazio intercostale alla fossa paralombare. Spesso la milza può anche essere visualizzata lungo la parete addominale ventrale e occasionalmente nella regione addominale craniale destra. Questo organo presenta una caratteristica ecostruttura omogenea e può avere uno spessore di 15 cm nella regione addominale media.

### Stomaco

La grande curvatura dello stomaco è la sola porzione dello stomaco ecograficamente visibile ed è visibile attraverso la parete addominale sinistra a livello del 10° spazio intercostale a metà altezza dell'addome. L'esame dello stomaco si realizza muovendo la sonda caudalmente negli spazi intercostali successivi in modo da valutare la taglia dell'organo (9°-12° spazio intercostale). L'immagine ecografica normale della grande curvatura dello stomaco è quella di una parete semicircolare distesa da gas in posizione assiale alla milza. Il contenuto gassoso dà luogo ad un'eco iperecogeno che provoca un'ombra acustica. Gli strati di ecogenicità alternata della parete sono ben visibili usando una sonda ad alta frequenza. La mucosa, ipoecogena, è ben visibile. Lo spessore normale della parete non deve superare gli 8 mm.

### Piccolo intestino

E' generalmente visualizzato tra lo stomaco e la milza a sinistra e in regione addominale caudale nel cavallo adulto. Le anse del piccolo intestino sono vuote o quasi vuote tra un passaggio e l'altro del materiale alimentare, poichè il contenuto misto fluido/gas passa rapidamente attraverso il segmento intestinale.

### *Duodeno*

Nei cavalli sani e adulti il duodeno può essere la sola porzione di piccolo intestino visibile attraverso la parete addominale. Il duodeno normale è visibile ecograficamente dal lato destro, tra il fegato e il colon dorsale destro (14°-15° spazio intercostale) e più caudalmente (16°-17° spazio intercostale) vicino (ventralmente) al rene destro. La miglior finestra per l'esplorazione duodenale è localizzata a livello del 14°-15° spazio intercostale nella porzione dorsale del terzo medio (in altezza) dell'addome. Ha forma tubulare, e assume aspetto più o meno ovale in sezione, variabile a seconda dello stato di replezione. L'aspetto in sezione ha centro iperecoico e parete ipoecoica, ed appare collassato tra un'onda peristaltica e l'altra; rispetto al Digiuno presenta una motilità inferiore.

### *Digiuno e Ileo*

Solitamente non è possibile identificare questa porzione intestinale, poiché nel cavallo adulto si interpone ad esso il grosso colon; tuttavia può essere identificabile a livello dell'addome ventrale.

L'Ileo ha normalmente una parete leggermente più spessa (4-5 mm). La normale attività peristaltica è facilmente visibile (6-15 contrazioni/minuto).

### Grosso colon e Cieco

Hanno entrambi aspetto semicircolare più o meno bozzellato e sacculato, e presentano maggiori dimensioni rispetto al piccolo intestino; secondo il segmento e lo stato di replezione e il loro profilo è visibile come una linea iperecogena curva. La loro parete è generalmente coperta dagli echi iperecogeni prodotti dal gas contenuto nel lume ed è difficile da misurare se non è ispessita. L'attività peristaltica del grosso colon è normalmente visibile ma è più lenta rispetto a quella del piccolo intestino (2-6 contrazioni al minuto per il cieco e il grosso colon).

Il Cieco è visualizzabile nella fossa del fianco destra e la sua immagine ecografica è uguale a quella grosso colon; è riconoscibile dalle sue grandi dimensioni e dall'aspetto sacculato. Lo spessore della parete è di circa 3-4 mm; il modello di visualizzazione normale è quello "da muco", ma è possibile incorrere in visualizzazioni "da gas" e "da fluido". Normalmente è possibile apprezzarne la motilità.

### Piccolo Colon

Si osserva nel quadrante addominale caudo-dorsale sinistro; ha dimensioni ridotte rispetto al grosso colon (diametro 7-10 cm), ma nel cavallo non è possibile distinguerne l'aspetto ecografico dal grosso colon e dal cieco, presentando anche questo aspetto sacculato e mucosa iperecoica. È possibile visualizzare la presenza di scibile che appaiono come masse intraluminali.

### Vescica

La vescica può essere visibile in alcuni cavalli all'ecografia transaddominale nella regione addominale caudale quando distesa. È una struttura circolare o ovale, la sua parete è ecogena e il suo contenuto è anecogeno a volte con particelle iperecogene in sospensione.

### Reni

Il rene destro è visibile immediatamente sotto la parete addominale tra il 14°-17° spazio intercostale destro nella parte più dorsale dell'addome. Si trova in posizione più superficiale rispetto al rene sinistro ed è difficilmente esaminabile in unica finestra ecografica, perché presenta una caratteristica forma "a cuore". Il rene sinistro è localizzato in profondità rispetto alla milza sotto il 17° spazio intercostale e la 18a costa e presenta una forma "a fagiolo".

La capsula, la corticale, la midollare, il bacinetto renale e i vasi renali sono visibili ecograficamente. La capsula è visibile come una sottile linea ecogena. L'ecogenicità della corticale renale è omogenea e iso- o ipoecogena rispetto al parenchima epatico. Lo spessore normale della corticale renale va da 1 a 2 cm. L'interfaccia cortico-midollare deve essere netta e facilmente apprezzabile tra la più ecogena corticale e l'ipoecogena midollare. Il bacinetto renale è la struttura più ecogena del rene e appare come una banda ecogena al centro del rene. I vasi interlobari si presentano come piccole strutture circolari o tubulari (secondo la sezione) con una parete ecogena e un contenuto anecogeno. L'uso del Doppler può essere utile nel caso di indagine circa la presenza di flusso sanguigno in tali strutture.

## **1.2 Ultrasonografia addominale nel puledro**

(Bain, 2012; Morresey, 2014)

### **1.2.1 Generalità e tecnica di esecuzione**

Come per il soggetto adulto, l'ultrasonografia, per la sua rapidità e non invasività è una tecnica diagnostica ampiamente impiegata anche nel puledro. Nella maggior parte dei casi, come per l'adulto, anche nel puledro è possibile realizzare tale indagine senza sedazione dell'animale ma solo attraverso un contenimento adeguato del soggetto. Anche per la valutazione del torace, l'US ha largamente sostituito la tecnica radiografica, specie in situazioni in campo.

L'esame sulla porzione addominale del giovane puledro può essere effettuato rapidamente e per la quasi totalità dell'addome stesso; la porzione di addome valutabile tramite US dipende dalle dimensioni del soggetto in esame.

Nei neonati, l'intera cavità addominale può essere valutata. Con la crescita del soggetto però si ha un progressivo aumento del volume del colon, che, pieno di aria, rende non più visibili le aree più profonde della cavità addominale.

### **1.2.2 Rilievi fisiologici**

#### Fegato

Il fegato è valutabile sul fianco destro, tra il 7° ed il 14° spazio intercostale, nella regione cranio-ventrale del medio addome fino alla porzione dorsale lungo appunto il 14° spazio intercostale. Sul fianco sinistro invece il fegato si rende visibile tra 6° e 10° spazio intercostale. I vasi sanguigni appaiono prominenti rispetto al parenchima epatico.

#### Milza

La milza si evidenzia nella regione dell'ipocondrio destro, a livello del 7° spazio intercostale e la fossa paralombare e ventralmente. La faccia mediale è alloggiata a ridosso del rene sinistro. La vena splenica è prominente e si evidenzia sulla porzione mediale, dorsalmente allo stomaco.

## Stomaco

Lo stomaco di un puledro sano può essere visualizzato tra il 6° spazio intercostale ed il 12° spazio intercostale sul fianco sinistro, ed ha l'aspetto di una area iperecogena e curvilinea. Occupa una posizione mediale rispetto alla milza e caudale rispetto al fegato. Ventralmente, la parete dello stomaco resta in contatto con la parete addominale fino circa il 7° giorno di vita.

## Piccolo intestino

### *Duodeno*

Il duodeno può essere esaminato sul fianco destro a partire dalla porzione addominale che si localizza ventralmente tra polo caudale del rene destro, fino alla base de cieco nella fossa paralombare. Ha un decorso ventrale e mediale tra il colon dorsale destro e porzione caudale del fegato, e si estende fino approssimativamente l'11° spazio intercostale da dove risulta generalmente visibile.

### *Digiuno ed Ileo*

Il digiuno è identificabile nella porzione ventrale dell'addome, nella regione ombelicale o subito caudalmente all'ombelico. Il digiuno può non essere identificabile soprattutto nel puledro già cresciuto, a causa dell'interposizione con il grosso colon. Il reperto fisiologico di questa porzione intestinale è dato da una parete iperecoica ed un contenuto ipoecoico con presenza di particelle corpuscolate di ecogenicità media. L'ileo è raramente visualizzabile nel puledro. Queste due porzioni intestinali sono visualizzabili in una vasta area dell'addome ventrale soprattutto in concomitanza di stati patologici in cui questi tratti possono essere distesi.

## Colon

### *Grosso Colon e Cieco*

Il grosso colon è generalmente identificabile durante la scansione ecografica, lungo la parete addominale e la parete ventrale dell'addome. Il cieco invece si trova alloggiato nella porzione dorso caudale del fianco addominale destro.

Rispetto al piccolo intestino, il grosso colon ed il cieco hanno un diametro maggiore, hanno un aspetto ecografico sacculato e presentano le ombre dei gas iperecoici.

### *Piccolo colon*

Il piccolo colon può essere osservato facendo utilizzando la vescica come punto di repere; il piccolo colon si identifica a livello della regione addominale ventrale in posizione dorsale e craniale alla vescica. L'aspetto ecografico è simile a quello del grosso colon.

### Uraco

Dopo la nascita, l'uraco si retrae rapidamente divenendo il legamento mediano della vescica. Il suo rilievo ecografico fisiologico è un aspetto di ecogenicità uniforme e assenza di contenuto fluido. La presenza di fluido anecoico all'interno dell'uraco, compreso tra vescica e d ombelico esterno è indice di uraco patente.

### Vasi ombelicali

La vena ombelicale decorre lungo la linea ventro-mediale che connette ombelico esterno a fegato. In condizioni normali, la parete del vaso risulta sottile e presenta contenuto anecoico (diametro 2-9 mm), in caso di infezioni e infezioni croniche invece, la parete risulta più o meno modestamente inspessita. Le arterie ombelicali decorrono lateralmente all'uraco, caudalmente all'ombelico, e sono rapidamente identificabili grazie alle loro pareti spesse e del contenuto iperecoico all'interno di esse, dovuto alla coagulazione del sangue al loro interno. Anche se la regressione di queste strutture è piuttosto rapida, in caso di un processo infettivo/inflammatorio, si assiste ad aumento dello spessore parietale dei vasi ed a spiccata evidenza di contenuto fluido.

### Vescica

La vescica si trova in un primo momento a livello dell'addome caudoventrale ma poi, dal secondo mese di vita viene spostata più dorsalmente dallo sviluppo del grosso colon. L'aspetto della vescica è quello di una struttura rotondeggiante simmetrica e con una parete uniforme. Rilievi patologici sono più frequentemente riscontrabili a livello della parete dorsale della stessa e possono essere rappresentati da rottura della vescica.

## Reni

Il rene destro è visibile immediatamente sotto la parete addominale tra il 14°-17° spazio intercostale destro nella parte più dorsale dell'addome. Per l'accesso ecografico al rene sinistro invece la finestra di accesso è tra 16° e 17° spazio intercostale. La scansione ecografica permette di osservare tutte le strutture renali, definirne l'ecogenicità e le misurazioni.

## **2. ULTRASONOGRAFIA RENALE**

### **2.1 Ultrasonografia renale nel cavallo adulto**

(Reef, 1991; Hoffmann, 1995)

#### **2.1.1 Generalità e tecnica di esecuzione**

La valutazione ecografica del rene rappresenta una tecnica diagnostica vantaggiosa nella specie equina, in quanto tecnica sicura, non invasiva e non dolorosa. Rappresenta spesso la tecnica di elezione per la valutazione dello stato renale poichè nella specie equina, la procedura radiografica e la scintigrafia sono di più difficile esecuzione.

La tecnica di esecuzione può prevedere l'impiego di una sonda lineare o settoriale; nell'accesso transcutaneo, l'impiego di una sonda settoriale è da preferirsi in quanto, avendo essa una minor superficie di area di contatto con la parete in esame, permette di ottenere maggior risoluzione per le strutture rappresentate nei campi ecografici più profondi. Nella metodica transerettale invece, l'uso di sonde settoriali piuttosto che lineari si equivale (Rantanen, 1986).

Data la profondità dei reni rispetto al piano di esaminazione, è bene condurre l'indagine impiegando una sonda a bassa frequenza (2,5-3,5 Mhz). Questo soprattutto per la valutazione del rene sinistro che si trova alloggiato a maggiore profondità; per il rene destro è possibile usare una sonda fino a 5,0 Mhz (Penninck, 1986). L'esame ecografico dei reni viene effettuato in stazione quadrupedale.

Il rene destro si osserva sul lato destro del soggetto. E' visibile immediatamente sotto la parete addominale tra il 14°-17° spazio intercostale nella parte più dorsale dell'addome, in zona extraperitoneale. Si trova in posizione più superficiale rispetto al rene sinistro ed è difficilmente esaminabile in unica finestra ecografica, perché presenta una caratteristica forma "a cuore". Il rene sinistro si osserva posizionandosi sul fianco sinistro del soggetto, è localizzato in profondità rispetto alla milza e si trova più caudale rispetto al rene destro; il rene sinistro si trova infatti sotto il 17° spazio intercostale e la 18a costa e presenta una forma "a fagiolo".



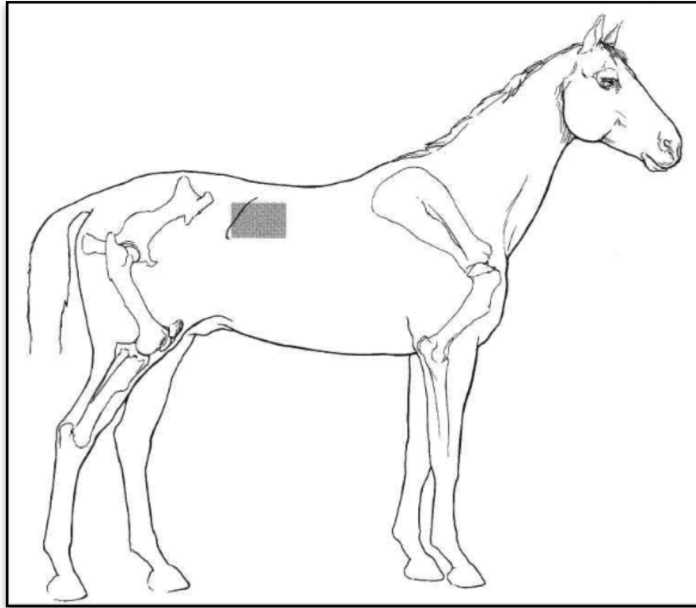


Figura 1 – Visualizzazione finestra acustica per l'esecuzione dell'esame ecografico trans-addominale del rene destro. La porzione scura rappresenta l'area di pelo da tosare e la linea curva rappresenta l'ultima costa (da Reef, 1998, modificato).

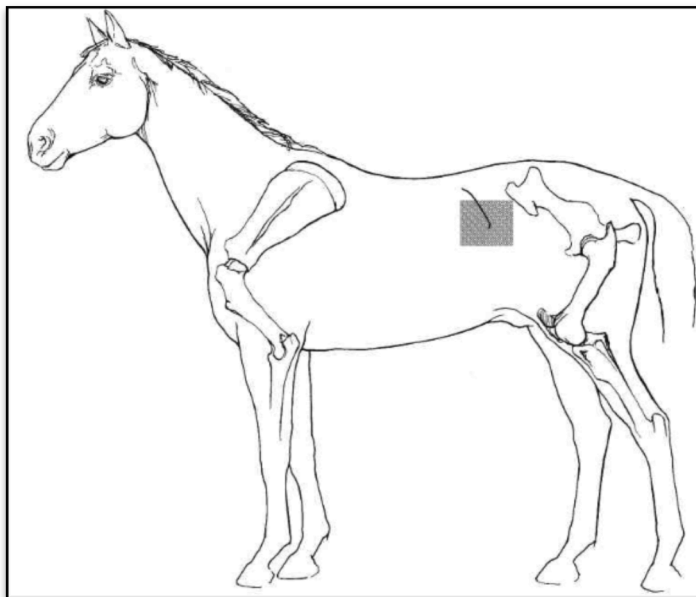


Figura 2 – Visualizzazione finestra acustica per l'esecuzione dell'esame ecografico trans-addominale del rene sinistro. La porzione scura rappresenta l'area di pelo da tosare e la linea curva rappresenta l'ultima costa (da Reef, 1998; modificato).

Entrambi i reni possono essere osservati su piano anatomico dorsale, sagittale e trasverso e trasverso obliquo, e queste diverse proiezioni sono ottenibili ruotando e

inclinando la sonda rispetto alla parete addominale.

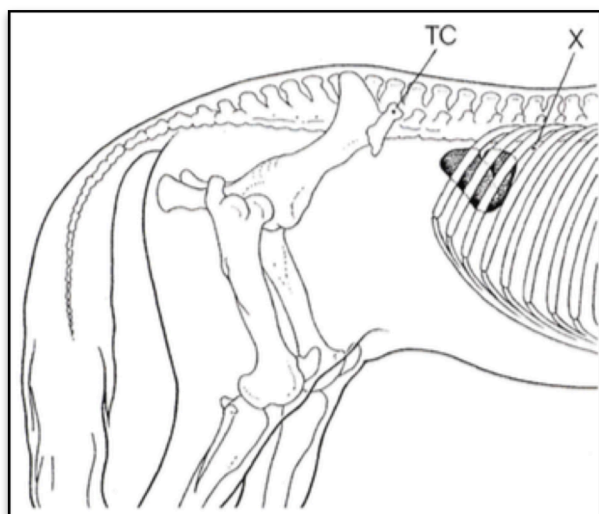


Fig 3 - Diagramma della localizzazione anatomica del rene destro.

Legenda – TC: margine dorsale della tuberosità coxale; X: 15° spazio intercostale; (da Hoffmann, 1995; modificato).

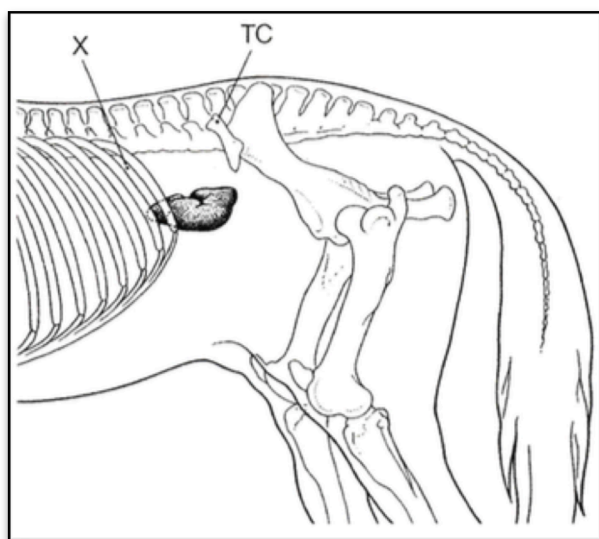


Fig 4 - Diagramma della localizzazione anatomica del rene sinistro.

Legenda – TC: margine dorsale della tuberosità coxale; X: 17° spazio intercostale (da Hoffmann, 1995; modificato).

***Rene destro:***

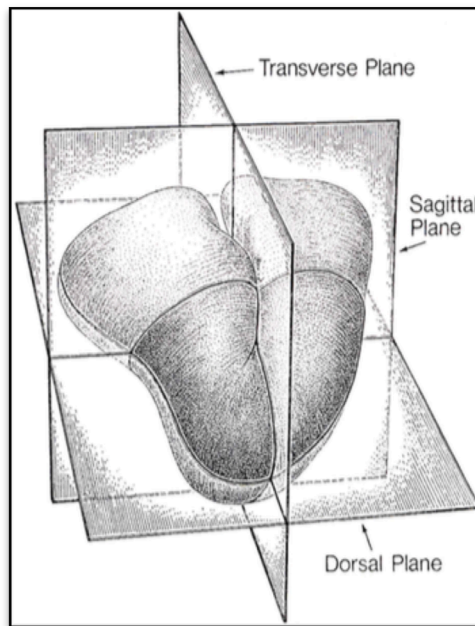


Fig. 5

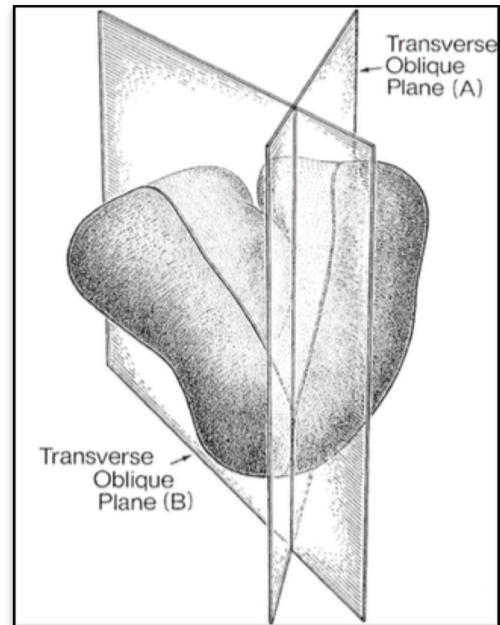


Fig. 6

Figg. 5 e 6 - Diagramma dei piani anatomici dorsale, sagittale, trasverso e trasverso obliquo (A e B), riproducibile nella scansione ecografica del rene destro (da Hoffmann, 1995; modificato).

Per ottenere immagini ultrasonografiche del piano dorsale, la sonda deve essere posizionata a livello del 16° o 17° spazio intercostale (da 2 a 9 cm ventralmente alla tuberosità coxale), con rotazione di 0°-30° in senso antiorario ed angolazione craniale di 45° e caudale di 0-30°. Immagini sul piano sagittale invece sono ottenute ancora con sonda posizionata su 16° o 17° spazio intercostale, a livello della tuberosità coxale e fino a 6cm dorsalmente ad essa. Per ottenere immagini su piano trasversale invece, risulta opportuno posizionare la sonda a livello di 15° e/o 16° spazio intercostale e con angolazione di 45° caudale e di 5° ventrale. La scansione su piano trasverso obliquo invece può essere effettuata su due proiezioni; una permette di evidenziare il polo craniale del rene destro (A), e l'altra permette di evidenziare il polo caudale del rene destro (B); per eseguire entrambe le proiezioni la sonda deve essere appoggiata sul piano cutaneo, a livello del 15° o 16° spazio intercostale e approssimativamente 4-11 cm ventralmente rispetto alla tuberosità coxale. Il margine sinistro della sonda deve essere posto verticalmente 0°; la sonda deve restare ferma

sulla superficie di contatto e il fascio sonografico deve disegnare un arco dal polo craniale ( $0^\circ$ ) e il polo caudale circa  $45^\circ$  caudale e  $5^\circ$  ventrale. (Hoffmann, 1995).

### ***Rene Sinistro:***

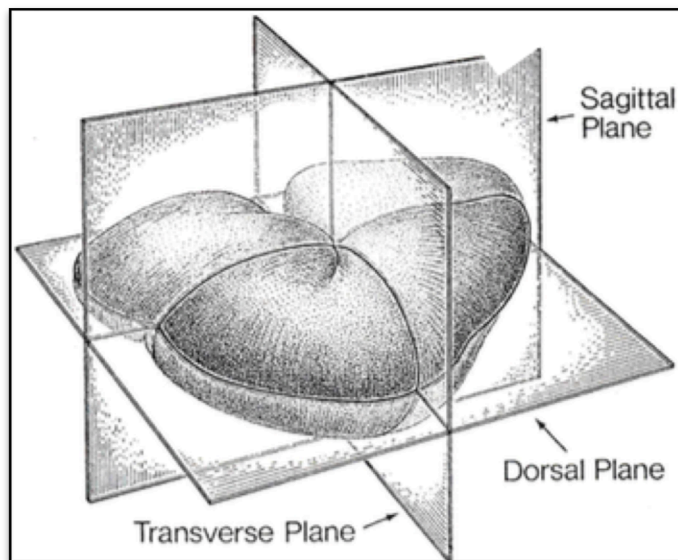


Figura 7 - Diagramma dei piani anatomici dorsale, sagittale, trasverso riproducibile nella scansione ecografica del rene sinistro (da Hoffmann, 1995; modificato).

Per ottenere immagini ultrasonografiche del piano dorsale, la sonda deve essere posizionata a livello della fossa paralombare sinistra (da 2 a 20 cm ventralmente alla tuberosità coxale), con rotazione di  $90^\circ$ - $120^\circ$  in senso antiorario ed angolazione caudale di  $0^\circ$ - $45^\circ$ , e da  $10^\circ$  dorsale a  $45^\circ$  ventrale a seconda della localizzazione dell'organo. Immagini sul piano sagittale invece sono ottenute con sonda posizionata su fossa paralombare sinistra o su  $17^\circ$  spazio intercostale, a livello della tuberosità coxale o fino a 4 cm dorsalmente ad essa. La sonda deve essere ruotata di  $90^\circ$  in senso antiorario e avere inclinazione  $0^\circ$ - $10^\circ$  cranialmente e  $20^\circ$ - $80^\circ$  ventralmente. Per ottenere immagini su piano trasversale invece, risulta opportuno posizionare la sonda a livello di  $16^\circ$  o  $17^\circ$  spazio intercostale o della fossa paralombare sinistra, a livello della tuberosità coxale o fino a 6 cm ventralmente ad essa; la sonda deve essere ruotata in senso antiorario di  $0^\circ$ - $30^\circ$ , e avere inclinazione  $0^\circ$ - $30^\circ$  caudale e  $5^\circ$ -

55° ventrale. Sono eseguibili, come per il rene destro, anche le proiezioni su piano trasverso obliquo (Hoffmann, 1995).

### **2.1.2 Stato dell'arte**

Sono presenti in bibliografia un modesto numero di studi circa la tecnica di elezione per l'accesso ecografico al rene degli equini adulti e circa i rilievi fisiologici dell'ecografia renale (Penninck et al, 1986; Rantanen, 1990; Reef, 1991; Hoffmann, 1995). Un numero maggiore di lavori, invece, è stato condotto sugli stati patologici a carico del rene (Koterba, 1981; Divers TJ, 1983; Rantanen, 1986; Harold, 2007) e sulla correlazione tra diagnostica ultrasonografica e patologia (Ehnen, 1990; Ramirez, 1998).

Ad oggi l'accesso ultrasonografico al rene del cavallo risulta ben delineato e linee guida, valori di riferimento, e rilievi fisiologici che si ottengono, sono stati studiati ed indagati attraverso scansioni ecografiche effettuate secondo le tre tecniche attuabili in diagnostica clinica equina.

Le tre metodiche che possono essere impiegate sono la transaddominale (o transparietale), la transerettale (Kiper et al., 1990) e la più recentemente introdotta tecnica translombare (Habershon-Butcher et al., 2013).

Oltre agli studi sulla tecnica di esecuzione e sui rilievi fisiologici, esiste in letteratura un studio condotto per stabilire e quantificare la correlazione tra reperti anatomici e ultrasonografici delle strutture renali del cavallo adulto (Hoffmann, 1995). Lo studio è stato condotto su una popolazione totale di 23 cavalli sani ( PSI e trotter), di cui parte è stata soggetta a studio ecografico in vivo, e parte è stata soggetta a studio ecografico di organi post mortem.

Per lo studio ecografico *in vivo* sono stati selezionati sette soggetti sani (4 PSI e 3 trottatori), risultati esenti da patologie a carico dell'apparato urinario e sottoposti a analisi emato-biochimica (criterio di inclusione: valori urea compresi 4,56-5,6 mmol/L e valori creatinina compresi 103,9-126,7  $\mu$ mol/L). Su questi cavalli sono state eseguite ecografie renali con tecnica transaddominale per entrambi i reni (piano sagittale, piano dorsale, piano trasverso e piano trasverso obliquo) e con tecnica transerettale sul rene sinistro (piano sagittale e piano dorsale). La scansione ha permesso di registrare misurazioni delle grandezze renali, identificare la proiezione anatomica che rendeva maggiormente visibili e dettagliate determinate strutture, sia

riguardo alla topografia degli organi e delle strutture, sia riguardo all'orientamento della sonda rispetto al piano di scansione.

Lo studio di Hoffmann et al. (1995) ha verificato la validità e affidabilità delle misurazioni renali, ottenute tramite tecnica transaddominale mettendo in relazione i reperti e le misurazioni ecografiche ottenuti in soggetti *in vivo* e i reperti e le misurazioni ecografiche su organi *ex vivo*. Lo studio ha perciò permesso di confrontare le grandezze e le misurazioni ultrasonografiche ottenute in proiezione dorsale, sagittale, trasversa e trasversa obliqua dai 7 soggetti *in vivo* con quelle ottenute sugli organi provenienti da 12 soggetti, scansionati ecograficamente dopo dissezione, privati del tessuto adiposo perirenale e mantenuti in vasca di NaCl 0.9%.

Per il rene sinistro, lo studio ha evidenziato che rispetto alla scansione *in vivo*, quella effettuata sugli organi risulta più completa e attendibile e questo è dovuto ai limiti anatomici e topografici dati dalla posizione del rene sinistro nell'addome del cavallo. La correlazione tra le misurazioni è risultata migliore per il rene destro; su tale organo, inoltre, è stato possibile rilevare *in vivo* un numero equivalente di dettagli rispetto a quelli rilevati poi negli organi esaminati *ex vivo*.

Un altro recente studio, invece, è stato condotto per stabilire i valori di riferimento delle dimensioni renali e per verificare l'affidabilità del metodo ecografico sulla ripetibilità di misurazione (Draper et al., 2011).

Gli studi che fanno riferimento alle tecniche di esecuzione (Penninck et al., 1986; Schmidt et al., 1989; Kiper et al., 1990) sono stati condotti per stabilire la modalità con cui ottenere il migliore *imaging* renale a seconda delle strutture ricercate, le finestre ecografiche di riferimento da usare e gli accorgimenti da prendere durante la procedura diagnostica. La tecnica che trova maggior spazio in letteratura scientifica è senz'altro la tecnica transaddominale, seguita dalla transrettale. Queste tecniche tuttavia, seppur globalmente efficaci, hanno dei limiti. L'accesso transrettale è da preferire solo nella scansione del rene sinistro dal momento che il destro assume posizione più craniale (Schmidt, 1989). La scansione tramite tecnica transaddominale invece può essere impedita dalla presenza di gas intestinali all'interno del piccolo e grosso colon; ciò può interferire sulla visualizzazione di entrambi i reni e rendere necessarie esaminazioni ripetute (Penninck et al., 1986;

Kiper, 1990). A causa delle profondità in cui si trova alloggiato il rene sinistro è necessario l'uso di una sonda a bassa frequenza che ha una peggior resa nella qualità dell'immagine.

Specificatamente sulla tecnica translombare è stato condotto un recente studio (Habershon-Butcher et al., 2013) che ha messo in luce l'efficacia di questa metodica nell'ottenere un *imaging* ultrasonografico renale. Questo studio ha stabilito le linee guida per l'accesso translombare ai reni e ne ha valutato l'affidabilità per la rilevazione delle misurazioni. Lo studio è stato condotto su sei soggetti destinati ad eutanasia per patologie non relazionate alla funzionalità renale. Su questi cavalli sono stati misurati ecograficamente entrambi i reni *in toto* (lunghezza, larghezza, altezza), corticale e midollare. Le finestre ecografiche impiegate sono state la transaddominale, tra il 15° e il 17° spazio intercostale e quella a livello di fossa paralombare. Le duplici misurazioni così ottenute sono state poi confrontate con le stesse misurazioni ottenute su organo *ex vivo*. I risultati ottenuti hanno evidenziato che le grandezze ottenute da tecnica transaddominale e translombare non differivano e che esisteva un'ottima correlazione tra misurazioni *in vivo* ed *ex vivo*. La tecnica translombare ha, inoltre, mostrato di avere una buona/eccellente attendibilità nelle misurazioni, ad eccezione che per la misurazione della corticale renale, rispetto alla tecnica transaddominale. Relativamente alla riproducibilità delle misurazioni, la tecnica translombare risulta migliore per quantificazione di lunghezza, larghezza e spessore rispetto a corticale, midollare e piramidi renali. I limiti di questo studio sono l'utilizzo di un numero esiguo di soggetti. Inoltre tutti i soggetti inclusi nel protocollo sperimentale non erano affetti da patologie renali. Obiettivo futuro potrebbe essere quello di verificare se la tecnica translombare sia altrettanto efficace, affidabile ed equivalente alle altre nella diagnostica di processi patologici a carico del rene.

Considerando che negli equidi l'accesso ecografico al rene *in toto* deve essere spesso effettuato tramite più visualizzazioni e proiezioni, si incorre spesso nell'esigenza di ripetere le valutazioni ecografiche e le misurazioni sugli organi. Questo risulta necessario anche nel monitoraggio e nel follow-up di stati patologici, in particolare se l'esame viene eseguito da operatori diversi. In un recente studio (Draper et al., 2011), gli autori hanno valutato l'affidabilità e la ripetibilità delle misurazioni ottenute con finestra transaddominale. Lo scopo è stato quello di stabilire i valori di riferimento delle grandezze ecografiche renali nel cavallo Purosangue Inglese, e

quantificarne la loro affidabilità e ripetibilità nella rilevazione.

Lo studio è stato condotto su sette cavalli di razza PSI, risultati del tutto esenti da quattro o più anni da stati patologici a carico del tratto urinario. Su tutti i sette soggetti sono state effettuate ecografie renali in doppia tecnica. Sul rene destro di ciascun cavallo è stata impiegata la tecnica transaddominale (accesso da 15°, 16 e 17° spazio intercostale). Per il rene sinistro di ciascun cavallo, invece, è stata eseguita doppia scansione, sia con tecnica transaddominale (accesso 15°-17° spazio intercostale) che paralombare (accesso dalla fossa paralombare). Gli esami ecografici e le misurazioni renali sono state ripetute per tre giorni consecutivi. Tutte le misurazioni sono state eseguite da due operatori in doppio cieco. La riproducibilità e la ripetibilità sia delle immagini che delle misurazioni sono risultate da buone ad eccellenti, sebbene in minor maniera per le strutture più piccole. Le dimensioni renali sono risultate variabili a seconda dello spazio intercostale di osservazione. Le grandezze renali sono risultate omogenee nella totalità dei soggetti, e i valori in accordo con quanto riportato in letteratura scientifica. Dato che l'affidabilità nello stabilire lunghezza e larghezza renali è risultata ottima, ma variabile a seconda dello spazio intercostale di osservazione, gli autori suggeriscono di effettuare, durante l'esame ecografico, queste misurazioni dagli spazi intercostali dove i reni assumono immagini ecografiche maggiori. Questo vale a dire 16° spazio intercostale (massima lunghezza) e fossa paralombare (massima larghezza) per il rene sinistro, e 15° spazio intercostale (massima lunghezza e larghezza) per il rene destro. I limiti di questo studio sono stati su un numero limitato di soggetti inclusi e la non presenza di soggetti con patologie renali. Obiettivo futuro potrebbe essere, quindi, verificare se ripetibilità e riproducibilità delle misurazioni ottenute in soggetti con patologie renali risultino equivalenti a quelle ottenute in cavalli sani.

### **2.1.3 Rilievi fisiologici**

(Kiper, 1990; Reef, 1991; Hoffmann, 1995)

Non risulta sempre possibile ottenere immagini di buona qualità del rene sinistro in caso di tecnica transcutanea, data la profondità di questo dal piano cutaneo e data l'attenuazione del fascio di ultrasuoni sulla milza adiacente. Questo fa sì che solo le strutture maggiormente ecogeniche (pelvi renale e vasi interlobari) possano essere sempre osservate con questa modalità e finestra ecografica, mentre che per avere



maggior dettaglio sulle strutture è da preferirsi la metodica transrettale. Il rene destro occupa, invece, una posizione più craniale e non è ispezionabile per via transrettale. Il rene destro e gli annessi rilievi anatomici, sono facilmente osservabili tramite la metodica transcutanea.

Durante l'esame ultrasonografico renale, la capsula, la corticale, la midollare, il bacinetto renale e i vasi renali sono visibili. La capsula renale è apprezzabile e si identifica come una sottile linea ecogena. La corticale renale è ipoecoica rispetto ai tessuti e risulta composta da una moltitudine di echi omogenei con aspetto leggermente screziato. Lo spessore normale della corticale renale va da 1 a 2 cm. L'interfaccia cortico-midollare deve essere netta e facilmente apprezzabile e permette di distinguere la più ecogena corticale e l'ipoecogena midollare.

A livello dei poli caudale e craniale di ciascun rene è spesso possibile riscontrare anisotropia acustica, facendo apparire corticale e renale maggiormente ecogeniche rispetto alla porzione centrale di tali organi.

La pelvi renale appare come la struttura più ecogena del rene e appare come una banda ecogena al centro del rene, anche se ci possono essere variazioni di tale aspetto legate a presenza di tessuto adiposo intrapelvico o tessuto fibroso.

L'aspetto fisiologico varia a seconda del piano anatomico di proiezione; nel piano trasverso la pelvi assume l'aspetto di un paio di linee divergenti che si spingono verso la cresta renale e che occupano la metà laterale del rene. In proiezione sagittale, invece, l'aspetto della pelvi renale è quello di due linee parallele ed ecogene, distanziate dalla cresta renale, moderatamente ecogena.

I recessi terminali appaiono come linee moderatamente ecoiche a livello della midollare, nelle porzioni craniali e caudali di ciascun rene, e presentano un diametro di 1-3 mm.

La porzione prossimale dell'uretere destro assume aspetto differente a seconda del piano di osservazione: in proiezione sagittale appare come una struttura circolare e fortemente ecoica, mentre in proiezione trasversa-obliqua, pur mantenendo tale ecogenicità, presenta una forma ellittica. La porzione prossimale dell'uretere sinistro non è distinguibile ultrasonograficamente dalle altre strutture peri-pelviche, se per

ottenere queste si attua la tecnica transcutanea.

I vasi inter-lobari si presentano come piccole strutture circolari o tubulari (secondo la sezione) con andamento irregolare, parete ecogena e contenuto anecogeno. Le arterie arcuate possono essere identificate a livello delle giunzioni cortico-midollari e assumono l'aspetto ecoico e puntiforme, con un diametro di 1 mm circa. I vasi renali possono essere osservati a livello dell'ilo. L'arteria renale e/o le brache della arteria renale sono osservabili cranialmente alla vena renale. Tale vena è localizzata cranialmente alla porzione prossimale dell'uretere.

Vi sono alcuni accorgimenti da considerare durante l'esecuzione dell'esame ultrasonografico renale; in caso di accesso ecografico transcutaneo laterale, durante la fase di inspirazione, il lobo polmonare può oscurare il polo craniale del rene destro e rendere inefficace la sua visualizzazione, La presenza di gas nel colon dorsale sinistro può invece impedire una corretta visualizzazione del polo caudale del rene sinistro in caso di accesso ecografico transcutaneo laterale. Sono riportati inoltre, casi in cui il polo caudale del rene sinistro risulti adiacente alla parete addominale sinistra, piuttosto che nella sua può comune posizione, medialmente alla milza.

## **2.2 Ultrasonografia renale nel puledro**

(Reef, 1998; Hoffmann et al., 2000)

### **2.2.1 Tecnica ecografica:**

La diagnostica ultrasonografica ha acquisito una sempre maggior rilevanza nell'esame del puledro neonato. La ridotta taglia del puledro rispetto al oggetto adulto permette l'uso di trasduttori ad alta frequenza e la minor quantità di tessuto adiposo diminuisce l'inquinamento del fascio ultrasonografico.

Sebbene la localizzazione dei reni risulti paragonabile a quella dei soggetti adulti, è presente in letteratura uno specifico protocollo di scansione renale nel puledro che risulta necessario nella descrizione della normale fisiologia ultrasonografica renale.

L'esame ecografico sul rene del puledro viene eseguita con sonde ad alta frequenza (5-7,5 Mhz) e su entrambi i lati viene preparata una finestra ecografica mediante la tosatura del peso.

Sul fianco destro, la finestra assume una forma rettangolare e si estende dal 14° al 17° spazio intercostale fino alla fossa paralombare, da 3cm dorsalmente a 10 cm ventralmente al margine dorsale della tuberosità del coxale. Il rene destro è preferibilmente da osservare durante la fase di inspirazione, in quanto l'estremità caudale dello stesso è oscurata dal lobo caudale del polmone ipsolaterale durante la fase finale dell'espiazione.

Per l'accesso ecografico al rene sinistro invece la finestra di accesso è delimitata da una ipotetica area rettangolare compresa tra 16° e 17° spazio intercostale, da 2cm dorsalmente a 12 ventralmente il margine dorsale della tuberosità del coxale.

Le scansioni su entrambi gli organi possono essere effettuate su piano anatomico trasversale, trasverso obliquo, sagittale e dorsale. (Dyce et al., 1987; Hoffmann, 1995).

Per ottenere queste diverse proiezioni è necessario modificare l'angolazione della sonda rispetto alla parete addominale, sia in senso cranio caudale che dorso ventrale.

Attraverso tali proiezioni è possibile valutare:

- larghezza latero-mediale (piano trasversale);
- larghezza latero-mediale (piano trasverso obliquo);
- lunghezza cranio-caudale (piano sagittale);
- altezza dorso-ventrale (piano sagittale, piano trasversale, piano trasverso obliquo).

### **2.2.2 Stato dell'arte**

Ad oggi la maggior parte della letteratura scientifica sulla valutazione del rene equino e sull'esame ultrasonografico di questo organo fa riferimento a soggetti adulti (Rantanen, 1990; Hoffmann 1995).

Esiste, tuttavia, un recente studio che fa esclusivo riferimento all'ecografia renale del puledro e alla sua tecnica di esecuzione (Hoffmann, 2000).

Questo studio parte dalle considerazioni effettuate tramite gli studi anatomici che descrivono peso, lunghezza e larghezza renali in feti equini in accrescimento (Barone e Bertin, 1966) e sulla lunghezza dei reni di feti a fine gravidanza (Sisson, 1975).

Esiste poi uno altro recente studio (Aleman et al., 2002) che fa un confronto tra l'analisi biometrica toracica e l'accrescimento anatomico ed ecografico degli organi addominali, con speciale riferimento al rene, in soggetti dalla nascita ai 6 mesi di vita.

Il lavoro di Hoffmann (2000) si pone l'obiettivo di stabilire un protocollo di accesso ecografico ai reni nel puledro. Lo studio è stato condotto su 6 puledri PSI, di età media  $5 \pm 5$  giorni). Secondo l'autore, l'accesso ultrasonografico al rene destro risulta efficace se effettuato da una finestra ecografica compresa tra  $14^\circ$ - $17^\circ$  spazio intercostale e la fossa paralombare, mentre per il rene sinistro è visualizzabile dal  $16^\circ$  o  $17^\circ$  spazio intercostale alla fossa paralombare. Su ciascun rene, le scansioni sono state eseguite su piano anatomico dorsale, sagittale, trasverso e trasverso obliquo.

Lo studio ha permesso di stabilire dei valori di riferimento delle grandezze renali, di stabilire le strutture visualizzabili durante l'esame ecografico e di delinearne l'ecogenicità. Questo studio ha quindi, permesso di approfondire la conoscenza della struttura ecografica del rene del puledro appena nato, delineando le modalità di scansione dell'organo utili ad identificare al meglio le strutture.

Aleman e colleghi (2002) hanno riportato localizzazione e misure ultrasonografiche di vari organi addominali, ed in particolare dei reni in soggetti dalla nascita ai 6 mesi di vita. Gli autori hanno voluto valutare il tipo di accrescimento morfologico degli organi valutati nello studio in relazione all'accrescimento corporeo (peso e altezza) ed in relazione all'età. Nello studio sono stati inclusi 10 puledri sani di razze diverse. Su ogni soggetto sono state effettuate rilevazioni biometriche (altezza al garrese e valutazione del peso) e valutazioni ecografiche sugli organi addominali a 1, 7, 14 e 21 giorni di età, quindi una volta al mese dal primo al sesto mese di vita.

Lo studio riporta che i soggetti di età superiore ad un mese presentano un *pattern* ultrasonografico comparabile con i soggetti adulti. L'accrescimento degli organi addominali risulta continuo dal primo giorno di vita fino al sesto mese, ma che tale accrescimento risulta essere maggiore nel primo mese di vita. Il rene sinistro è costantemente più grande del rene destro. L'accrescimento e, quindi, le dimensioni degli organi sono correlate all'età, ma non alle misurazioni biometriche o al sesso (Aleman et al., 2002).

### **2.2.3 Rilievi Fisiologici**

(Hoffmann, 2000)

Se il rene destro assume l'aspetto caratteristico a cuore, il sinistro è paragonabile ad un fagiolo schiacciato caudo-cranialmente. Oltre alle quantità precedentemente citate (lunghezza, larghezza, altezza), durante l'esame ecografico possono essere messi in evidenza in entrambi i reni, corticale renale, midollare, recessi terminali, pelvi renale, arteria renale, vena renale, vasi interlobari ed arciformi (Reef, 1998).

La corticale presenta un pattern uniforme e parzialmente screziato, che se rapportato al parenchima epatico risulta ipoecoico. La midollare appare invece relativamente ipoecoica rispetto alla corticale. I recessi terminali appaiono come linee moderatamente ecoiche, localizzate centralmente rispetto alla estremità craniale e caudale di ciascun rene, e si apprezzano bene in proiezione trasversa-obliqua. La pelvi renale e la cresta renale sono evidenziabili nella regione centrale di ogni rene, ma assumono aspetto caratteristico in base al piano anatomico secondo cui viene ottenuta l'immagine ecografica.

Sul piano anatomico trasversale, la pelvi renale appare come una struttura anecoica a forma di U, contenente a livello dei suoi margini laterali la cresta renale che ha aspetto relativamente ipoecoico. Su piano anatomico sagittale invece la pelvi renale appare come un paio di linee parallele separate dalla cresta renale ipoecoica.

La porzione più prossimale della parete dell'uretere è evidenziabile ed in proiezione sagittale anatomica appare come una struttura circolare ecoica. In proiezione anatomica trasversale-obliqua invece assume forma ellittica. Dentro al lume della pelvi renale e del tratto prossimale dell'uretere è solitamente evidenziabile un fluido anecoico che non è altro che urina.

Le branche delle arterie renali si trovano cranialmente alle vena renale, che a sua volta si trova cranialmente alla porzione prossimale dell'uretere. Le pareti delle arterie più grandi appaiono più ecoiche rispetto a quelle delle vene, mentre il lume anecoico delle vene appare più facilmente apprezzabile rispetto a quello delle arterie. Le arterie inter-lobari e le relative vene invece presentano pattern iperecoico, si apprezzano a livello della porzione midollare e sono maggiormente apprezzabili su piano dorsale anatomico.

Inoltre, in tutti i piani anatomici, arterie e vene arcuate sono evidenziabili a livello della giunzione cortico-midollare, e appaiono come piccoli punti di ecogenicità.

### **3. BIOMETRIA**

#### **3.1 Considerazioni generali**

La biometria, talvolta indicata anche come zoometria, è una branca della disciplina zootecnica., che si ripropone, attraverso misurazioni delle componenti anatomiche esterne dell'animale, di effettuare una diagnosi etnica, formulare standard di una data specie e razza, e in base a questi formulare giudizi estetico-funzionali.

Lo studio dei mutamenti fenotipici di specie e razze nell'arco delle generazioni, correlati ai mutamenti ambientali, attitudinali e genotipici, risulta inoltre interessante in un'ottica evoluzionistica (Catalano, 1984).

Oltre ai precedenti aspetti, la biometria è utilizzabile in campo di ricerca medico-scientifico, ad esempio per concorrere alla determinazione di modalità e velocità di crescita in una data specie o razza, come si è cercato di fare peraltro in questo studio.

A tal riguardo, il possesso di precise nozioni di biometria può rappresentare un importante strumento nella determinazione della corretta valutazione di crescita e sviluppo di soggetti giovani, e può aiutare nella determinazione di patologie dello sviluppo (Martin-Rosset, 1983).

L'uso della biometria è applicabile soprattutto nelle specie di grossa mole, mentre, è poco giustificato, in quelle di piccole dimensioni. Questo perché l'entità di errore probabile è tanto maggiore quanto ridotta è la mole dell'animale. Le misurazioni, angolari, perimetrali o lineari vengono solitamente eseguite sull'animale piazzato con testa e collo in posizione normotipica (Catalano, 1984).

Per le misurazioni ci si avvale di un Ippometro di Haupner, strumento costituito da sue aste che scorrono una dentro l'altra e un'asta pieghevole, così da divenire, quando non utilizzato, un semplice bastone.

Nell'impiego dell'ippometro, però, è necessario effettuare le valutazioni tenendo lo strumento perfettamente ortogonale rispetto al piano dell'orizzonte, per non incorrere in artefatti e alterazioni delle quantità misurate.

Nei modelli più moderni, per minimizzare il problema, è presente una bolla a squadra che facilita il corretto posizionamento dello strumento. Per le misure perimetrali invece, ci si avvale di un metro flessibile centrimetrato.

### **3.1.1 Misure lineari**

(Catalano, 1984)

Le misure lineari sono molte e vengono definite come segue.

*Altezza al garrese:* detta statura, rilevabile con l'ippometro, corrisponde alla distanza da terra del processo spinoso della quinta vertebra toracica (garrese).

*Altezza del torace:* misura che va dal margine dorsale del garrese fino alla porzione ventrale della regione del passaggio delle cinghie.

*Altezza del dorso:* si misura comunemente a metà della regione dei reni; può essere una misurazione aggiuntiva per una più esatta valutazione dell'eventuale insellatura toraco-lombare.

*Altezza della parte libera degli arti anteriori:* si considera la distanza dallo sterno terra; può essere calcolata sottraendo l'altezza del torace alla statura al garrese.

*Altezza della base della coda:* si misura da terra all'attaccatura della coda.

*Lunghezza del torace:* (profondità del torace); è convenzione misurarla dalla punta della spalla all'asce dell'ultima costa. È indice dello sviluppo della cavità toracica.

*Lunghezza del tronco:* corrisponde alla distanza intercorrente tra la punta della spalla e la punta della natica. Tale lunghezza è spesso rapportata all'altezza al garrese e permette di classificare come dolicomorfo, brachimorfo o mesomorfo la tipologia di animale in esame. Si parla di soggetto dolicomorfo quando la misura longitudinale prevale su quella in altezza, di soggetto brachimorfo quando quella in altezza prevale sulla misura longitudinale oppure mesomorfo quando le due misure sono in equilibrio.

*Lunghezza della testa:* viene considerata la distanza tra la punta del naso ed il sincipite.

*Lunghezza del collo:* viene convenzionalmente presa dalla nuca fino al garrese.

*Lunghezza del dorso:* è il valore ottenuto dalla misura tra il garrese e l'apofisi spinosa dell'ultima vertebra dorsale.

*Lunghezza della groppa:* corrisponde alla punta dell'anca fino alla punta della natica.

*Distanza grassella anca e Distanza grassella natica:* sono due misure che forniscono utili informazioni sullo sviluppo del treno posteriore dell'animale.

*Larghezza del torace:* si ottiene misurando caudalmente al margine posteriore della spalla.



*Larghezza bisiliaca:* misurazione che si rivela tra le punte delle due anche; come le altre misure trasversali è proporzionalmente maggiore nei soggetti brachimorfi.

*Larghezza bischiatica:* misurata tra le punte delle natiche.

*Larghezza del petto:* corrisponde allo spazio intercostale tra le punte delle palle.

*Larghezza della testa:* è ottenuta attraverso la misurazione tra le orbite oculari.

### **3.1.2 Misure perimetrali**

Le misure perimetrali sono riportate nel presente capitolo.

*Circonferenza toracica:* valutata a livello del margine posteriore della regione della spalla, dietro ai gomiti, in corrispondenza della regione del “passaggio delle cinghie”.

*Circonferenza dello stinco:* corrisponde alla misura tra terzo medio e terzo prossimale del metacarpo principale dell'arto anteriore. A questo parametro è attribuita grande importanza perché rappresenta la solidità della struttura ossea e quindi, dello stinco e dell'arto in toto; è una grandezza indicativa dunque, della robustezza dell'animale.

*Circonferenza del collo:* è ottenuta misurando il perimetro dello stesso a livello del terzo medio.

## **3.2 Trottatore Italiano**

### **3.2.1 Origini della razza**

Le origini del Cavallo Trottatore risalgono alla seconda metà del XVIII secolo, ma cominciano a essere documentate solo agli inizi del 1800.

Il Trottatore è un cavallo solido dalla corporatura robusta, di tipo dolicomorfo, con mantelli vari che dipendono dall'appartenenza alle razze originarie, provenienti da vari Paesi: la Dole Gudbrandsdal (Norvegia), la Orlov (Russia), Svedese Nordien (Svezia), il Trottatore Americano (U.S.A.), il Trottatore Francese (Francia) e il Trottatore Metis (Russia). Origini, attitudini e caratteri morfologici.

Il trottatore italiano è il risultato di un lungo processo di selezione e di allevamento che ha inizio nella seconda metà dell'Ottocento con l'incrocio di stalloni purosangue inglese e di fattrici di razze diverse con attitudine al trotto. Il primo importante trottatore nato in Italia fu Vandalo (1862- 1888) ([www.unire.it](http://www.unire.it)).

Registrazioni nel Libro Genealogico del cavallo trottatore italiano sono state effettuate a partire dal 1896, mentre la più recente approvazione della normativa del Libro risale al 1994.

Il Libro Genealogico del cavallo trottatore italiano aperto ai soggetti nati in Italia da trottatori già iscritti al Libro stesso, consente l'ingresso come stalloni e fattrici soltanto a pochissimi soggetti provenienti da Libri Genealogici di altri Paesi, in possesso di alti requisiti di record, somme vinte e prestazioni effettuate in corsa, perché siano effettivamente miglioratori della razza.

Attualmente le genealogie dei trottatori italiani sono tra le più significative a livello mondiale e alcuni dei più rilevanti stalloni americani ed europei sono iscritti al Libro Genealogico italiano ([www.agraria.org](http://www.agraria.org)).

Il Trottatore Italiano più famoso è certamente "Varenne" (totale vincite pari a 6.400.000 di Euro).

Varenne è un cavallo ex trottatore italiano nato il 19 maggio del 1995 presso l'allevamento di Zenzalino a Copparo in provincia di Ferrara di proprietà di Alessandro Viani.

### **3.2.2 Morfologia e attitudine**

Il Cavallo Trottatore ha velocità e fondo, è equilibrato ma nevrile, ha collo lungo e ben muscolato, spalla lunga e inclinata, arti lunghi e ben muscolati, avambraccio

lungo, stinco breve, pastorale di giusta inclinazione, il tronco presenta petto ampio, torace largo e profondo, linea dorso lombare lunga e dritta, groppa muscolosa.

Ha una andatura saltata in due tempi. Il cavallo muove in maniera sincronica prima l'anteriore destro e il posteriore sinistro, poi l'anteriore sinistro e il posteriore destro o viceversa.

Negli Stati Uniti la prima corsa fu disputata a New Haven, nel Connecticut il 18 giugno 1806. In ambito europeo il primato va alla Francia, dove le prime corse ufficiali risalgono al 1836 presso l'Ippodromo di Cherbourg. In Italia la prima corsa si disputa al "Prato della Valle" a Padova il 22 agosto 1808.

Nelle corse al trotto il cavallo trottatore è agganciato al sulky, "carrozzino" del peso di 15 - 25 Kg., a due ruote (che in origine si chiamava "sediolo" e arrivava a pesare anche 300 Kg.), su cui si siede il guidatore (driver) che generalmente si occupa anche dell'allevamento del cavallo ([www.agraria.org](http://www.agraria.org)).

Il Trottatore viene domato verso i diciotto mesi e debutta in corsa a due anni di età. La sua carriera si protrae fino al limite massimo che in Italia 6 di 7 anni per le femmine e di 10 anni per i maschi. Il Cavallo trottatore può disputare più corse in una settimana o addirittura più gare in una stessa giornata, come nel caso dei Gran Premi che si articolano in più prove o batterie.

Le corse al trotto si distinguono in corse classiche riservate a soggetti della stessa età, corse a invito, condizionate, corse di classe, handicaps e corse a vendere. Nelle corse handicap il vantaggio concesso dai soggetti migliori si traduce in una resa di metri ([www.agraria.org](http://www.agraria.org)).

### **3.2.3 Caratteri morfologici del Trottatore Italiano**

Tipo: dolicomorfo.

Mantello: più spesso baio, meno morello e baio, raramente grigio e roano.

Altezza al garrese: 160 - 175 cm.

Peso: 400 - 530 kg.

Carattere energico e coraggioso.

## **PARTE SPERIMENTALE**

### **4. SCOPO**

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di eseguire misurazioni biometriche ed ecografie renali in puledri sani dalla prima alla sesta settimana di vita al fine di ottenere valori di riferimento delle dimensioni ecografiche renali e di correlare queste misurazioni con l'accrescimento corporeo.

Lo studio è stato approvato dall'Organismo sul Benessere Animale (OBA) dell'Ateneo di Pisa, protocollo n.ro 23506/2015.

Per ogni puledro è stato ottenuto un consenso informato dal proprietario relativo all'esecuzione delle procedure cliniche.

## **5. MATERIALI E METODI**

### **5.1 Animali e management**

#### **5.1.1 Animali**

La raccolta dati è stata realizzata durante la stagione riproduttiva 2015 presso una stazione di monta privata. Sono stati inclusi 14 puledri nati nella stagione riproduttiva 2015, trottatori, 7 maschi e 7 femmine.

#### **5.1.2 Popolazione e criteri di inclusione**

I criteri di inclusione dei soggetti nello studio sono stati: (1) tempo gestazionale fisiologico ( $>320$  giorni) (Acworth, 2003); (2) parto eutocico; (3) nati da fattrici trattate per parassitosi gastro-intestinali e vaccinate per influenza equina, tetano secondo le linee guida AAEP (Acworth, 2003); (4) APGAR  $\geq 7$  a 5 minuti dalla nascita (Acworth, 2003); (5) buon livello di trasferimento dell'immunità passiva a 24h dopo la nascita (IgG  $\geq 800$  mg/dl) (Acworth, 2003); (6) tempi semeiologici entro i limiti fisiologici: riflesso di alzare la testa subito dopo la nascita, riflesso di suzione nei primi 10', acquisizione della posizione sternale nei primi 5' di vita, posizione quadrupedale nei primi 60', prima poppata nei primi 180' (Acworth, 2003); (7) sani ad esame obiettivo generale e particolare dei vari apparati ad ogni tempo di misurazione.

#### **5.1.3 Stabulazione**

La stazione di monta ospita sia fattrici di sua proprietà, che animali di privati. Tutti i soggetti sono alloggiati in ampi paddock (10X20 m) che ospitano fino a un massimo di 3-4 adulti. Con l'approssimarsi del momento del parto, nel momento in cui la mammella è formata e sono visibili le perle lattee, le fattrici sono spostate in box di dimensioni 4x3 m per un monitoraggio 24h necessario ad un pronto intervento per eventuali problemi al momento del parto. Ciascun box è munito di videocamere a circuito chiuso che sono controllate 24h da personale esperto.

Dopo il parto, fattrice e puledro sono tenuti in box per circa 3 settimane, quindi sono alloggiati in paddock multipli (massimo tre fattrici con relativi redi) durante le ore diurne e ricondotti in box durante le ore notturne. Questo tipo di management è costante per ogni binomio, salvo esigenze particolari come patologie, infortuni, etc.

#### **5.1.4 Management al parto**

Dall'inizio della fase prodromica il parto viene monitorato dal personale della stazione di monta. A meno che non sia necessario, l'intero processo è osservato dall'esterno del box in modo da non disturbare la fattrice e gli interventi sono limitati a problemi quali difficoltà nella rottura del sacco amniotico, parto languido, malposizionamento del feto, etc.

#### **5.1.5 Management del puledro**

Dopo la nascita, il puledro è valutato per quanto riguarda la vitalità, è controllata la presenza del riflesso di suzione e vengono monitorati i tempi semeiologici (tempo necessario per alzare la testa, assumere posizione sternale, assumere posizione quadrupedale, prima poppata). La disinfezione del moncone ombelicale è effettuata subito dopo la nascita con tintura di iodio, mentre la somministrazione di un clistere osmotico, eseguita per prevenire la ritenzione del meconio, viene effettuata dopo l'assunzione della stazione quadrupedale e la prima poppata.

## **5.2 Metodi**

### **5.2.1 Tempi e manualità**

La raccolta dei dati è stata realizzata in ciascuno dei 14 soggetti inclusi nello studio, a partire dalla prima settimana di vita fino ad arrivare alla sesta settimana. In particolare, per ciascun soggetto sono state eseguite sei valutazioni: T1: 7 giorni; T2: 14 giorni; T3: 21 giorni; T4: 28 giorni; T5: 35 giorni; T6: 42 giorni.

Durante le operazioni di monitoraggio ci si avvaleva dell'aiuto di 3 operatori: un operatore teneva la fattrice, un operatore dedicato al contenimento manuale del puledro e un terzo operatore eseguiva le misurazioni dei parametri biometrici e le valutazioni ecografiche.

Tutte le procedure si sono svolte nel medesimo box in cui gli animali erano stabulati per le ore notturne e in nessun caso è stato necessario un contenimento farmacologico della fattrice o del puledro.

La raccolta dati prevedeva:

- 1) esecuzione dell'esame ecografico di rene destro e sinistro in posizione quadrupedale;
- 2) rilevazione di alcune misure biometriche.

Le misurazioni biometriche sono state sempre effettuate prima dell'esame ecografico.

### **5.2.2 Parametri biometrici**

Le misurazioni biometriche, sempre effettuate prima dell'esame ecografico, sono:

- circonferenza del torace (CT): rilevata in corrispondenza del margine posteriore della regione della spalla, in corrispondenza della regione del "passaggio delle cinghie";
- circonferenza stinco anteriore (CSA): misurata a livello del terzo medio della regione dello stinco.

Le misurazioni sono state eseguite mediante un metro zootecnico a nastro flessibile e registrate in cm. Ogni misurazione è stata eseguita 3 volte ed è stata utilizzata la media delle tre misurazioni ai fini statistici. Le misurazioni sono state eseguite sempre dal medesimo operatore.

### 5.2.3 Esecuzione ecografia e misurazioni

Ogni esame ecografico è stato eseguito senza necessità di tosare l'animale e con il solo ausilio di alcool e gel ecografico. Per lo studio ecografico è stato utilizzato un ecografo Mylab30™ (ESAOTE, Firenze, Italia), sonda convex multifrequenza (5-7,5 MHz). Le immagini sono state tutte registrate sotto forma di videoclip tramite il software dell'ecografo.

Per l'accesso ecografico al rene, le finestre ecografiche utilizzate nel presente studio sono (Hoffmann et al., 2000):

- Rene destro: finestra delimitata da un'ipotetica area rettangolare compresa tra il 14° e il 17° spazio intercostale e la fossa paralombare (da 3 cm dorsalmente a 10 cm ventralmente al margine dorsale della tuberosità del coxale).
- Rene sinistro: finestra delimitata da un'ipotetica area rettangolare compresa tra 16° e 17° spazio intercostale (da 2 cm dorsalmente a 12 cm ventralmente al margine dorsale della tuberosità del coxale).

Le misurazioni ecografiche di entrambi i reni sono state effettuate in sezione sagittale. Le misurazioni rilevate sono state:

- lunghezza cranio-caudale (L);
- altezza dorso-ventrale (H).

Ogni misurazione è stata eseguita 3 volte ed è stata utilizzata la media delle tre misurazioni ai fini statistici.

### 5.2.4 Analisi statistica

I risultati relativi alle misure ecografiche e a quelle biometriche sono espresse come media e deviazione standard. I dati ottenuti sono stati analizzati mediante il test di Komolgorov-Smirnov al fine di valutare la loro distribuzione.

Per ciascuna misura ecografica (H e L) e per ciascuna misurazione biometrica (CT e CSA) è stata utilizzata l'analisi della varianza (ANOVA) per dati appaiati e il test di Dunnett come *post hoc* per verificare differenze in relazione alla tempistica di rilevazione dei dati.

Il test T di Student è stato applicato per L e H per ciascun tempo di misurazione al fine di valutare differenze statisticamente significative tra rene destro e sinistro.



Il test di Pearson e la regressione lineare sono stati applicati per ciascun tempo per valutare la correlazione tra l'accrescimento somatico (misure biometriche) e accrescimento renale.

La significatività è stata settata a  $p < 0.05$ .

## 6. RISULTATI

I risultati relativi alle misurazioni ecografiche e biometriche sono riportati in tabella 1. Tutti i dati ottenuti hanno mostrato una distribuzione gaussiana.

L'analisi della varianza ha evidenziato differenze statisticamente significative tra i tempi per tutte le misurazioni effettuate ad eccezione che per l'altezza del rene sinistro e destro. I valori della P sono riportati in tabella 1. In particolare, la CSA è costante per le prime due settimane di vita per poi aumentare significativamente dalla terza in poi. La CT, invece, aumenta significativamente già dalla seconda settimana di età per poi rimanere costante per tutto il periodo di studio. La lunghezza del rene destro aumenta significativamente dalla seconda settimana in poi, così come la lunghezza del rene sinistro.

Il test T di Student non ha evidenziato differenze statisticamente significative per quanto riguarda l'H tra il rene destro e sinistro per ciascun tempo di misurazione. Sono state evidenziate differenze statisticamente significative per quanto riguarda la L tra rene destro e sinistro a T1 ( $p=0,02$ ), T2 ( $p=0,0001$ ), T5 ( $p=0,0003$ ) e T6 ( $p=0,01$ ), mentre non sono state rilevate a T3 e T4. La lunghezza del rene sinistro, quindi, è risultata maggiore rispetto a quella del rene destro tra la prima e la seconda settimana di età, poi le misure di entrambi i reni sono risultate paragonabili tra la terza e la quarta settimana, quindi il rene sinistro è tornato ad essere leggermente più lungo del destro durante la quinta e la sesta settimana.

Tabella 1 – Risultati espressi come media e deviazione standard di circonferenza stinco anteriore (CSA), circonferenza torace (CT), lunghezza (L) rene destro (dx) e sinistro (sn), altezza (H) rene destro (dx) e sinistro (sn);  $a \pm ab \pm b$ .

	I	II	III	IV	V	VI	P
<b>CSA</b>	$11.9 \pm 0.2^a$	$12.5 \pm 0.5^a$	$12.6 \pm 0.4^{ab}$	$13.3 \pm 1^b$	$13.5 \pm 1^b$	$12.8 \pm 0.7^b$	0.0001
<b>CT</b>	$88.2 \pm 4.9^a$	$91.8 \pm 4.6^{ab}$	$95.8 \pm 3.6^b$	$98.3 \pm 3.7^b$	$102 \pm 2.7^b$	$105 \pm 3.1^b$	0.004
<b>Ren dx L</b>	$8.3 \pm 0.3^a$	$8.3 \pm 0.3^{ab}$	$8.7 \pm 0.6^b$	$8.8 \pm 0.6^b$	$8.6 \pm 0.5^b$	$9.4 \pm 0.9^b$	0.0008
<b>Ren dx H</b>	$4.3 \pm 0.4^a$	$4.4 \pm 0.4^a$	$4.5 \pm 0.4^a$	$4.8 \pm 0.6^a$	$4.7 \pm 0.7^a$	$5 \pm 0.5^a$	NS
<b>Ren sn L</b>	$7.5 \pm 0.6^a$	$8.7 \pm 1.0^a$	$9.3 \pm 1.1^{ab}$	$9.5 \pm 0.3^b$	$10 \pm 0.1^b$	$10.6 \pm 0.3^b$	0.001
<b>Ren sn H</b>	$4.0 \pm 0.3$	$4.2 \pm 0.2$	$4.2 \pm 0.5$	$4.4 \pm 0.3$	$4.5 \pm 0.3$	$7.7 \pm 0.3$	NS

## 7. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'esame ecografico degli organi addominali del puledro è, ad oggi, un importante mezzo di indagine che permettere di effettuare diagnosi precoci di stati patologici. E' importante, quindi, conoscere il normale aspetto ecografico degli organi addominali e le loro misure in base all'età del soggetto, in modo da poter riconoscere alterazioni morfologiche nel puledro di diversa età. In particolare, nel nostro lavoro abbiamo voluto approfondire la valutazione ecografica del rene nei puledri di diverse età, al fine di capire le modificazioni di dimensioni dell'organo nell'animale in accrescimento, in rapporto all'età e ad alcune misurazioni biometriche.

In letteratura veterinaria sono presenti un numero molto limitato di studi condotti sulla tecnica di esecuzione dell'esame ultrasonografico degli organi addominali nel puledro (Hoffmann, 2000) e sulle variazioni morfologiche e strutturali che accompagnano l'accrescimento degli organi (Behn Bosted, 2000; Aleman et al., 2002).

In particolare, Aleman e colleghi (2002) sono gli unici che riportano un'indagine per stabilire valori di riferimento delle dimensioni degli organi addominali e la presenza di una correlazione tra accrescimento degli organi addominali ed età o accrescimento somatico. Riguardo a quest'ultimo, gli Autori monitorano i puledri dalla nascita fino a sei mesi di vita cercando di capire il rapporto tra accrescimento dei visceri e peso o altezza al garrese.

Il presente studio si è posto come obiettivo quello di eseguire misurazioni biometriche ed ecografie renali in puledri sani dalla prima alla sesta settimana di vita al fine di ottenere valori di riferimento delle dimensioni ecografiche renali e di correlare queste misurazioni con l'accrescimento corporeo per rivalutare l'ipotesi di una correlazione tra accrescimento renale e accrescimento somatico del puledro, ma considerando due differenti parametri di accrescimento somatico rispetto a quelli considerati negli studi precedenti (Aleman et al., 2002). In particolare, i parametri biometrici considerati sono stati la circonferenza toracica e la circonferenza dello stinco anteriore.

Le misure ecografiche rilevate nel presente studio per tutti i tempi di rilievo sono sovrapponibili a quanto riportato da altri autori (Hoffmann 2000; Aleman et al., 2002), con un'unica eccezione per lunghezza del rene sinistro che è risultata sempre

leggermente inferiore a quanto rilevato da altri (Hoffmann 2000; Aleman et al., 2002).

I risultati relativi alla differenza tra la lunghezza del rene destro e sinistro sono parzialmente confrontabili con quanto evidenziato da Aleman e colleghi (2002), ma non con quanto riportato per il bambino dove non esistono differenze significative di lunghezza tra i due reni (Han and Babcock, 1985; De Sanctis, 1998).

Nel nostro studio non sono state evidenziate differenze significative tra rene destro e sinistro per quanto riguarda la altezza, in accordo con la letteratura (Aleman et al., 2002).

In relazione all'accrescimento nel tempo, i nostri risultati evidenziano che la lunghezza di entrambi i reni aumenta significativamente nelle prime 3 settimane di vita diventando poi costante. Aleman e colleghi (2002) riportano un accrescimento in lunghezza di entrambi i reni che perdura fino al compimento del primo mese di vita. I nostri risultati, quindi, sembrano supportare l'ipotesi di un accrescimento più breve nel tempo rispetto a quanto evidenziato da altri (Aleman et al., 2002).

Nel presente studio non sono state rilevate correlazioni tra l'accrescimento renale (lunghezza e altezza) e i valori biometrici rilevati (circonferenza toracica e circonferenza stinco anteriore). Nello studio di Aleman e colleghi (2002), gli autori avevano messo in relazione l'accrescimento renale con altezza al garrese e peso corporeo, non rilevando correlazioni in merito. I risultati ottenuti nel nostro studio hanno evidenziato che non vi è correlazione significativa tra accrescimento renale e accrescimento corporeo, ma soltanto con l'età, come già evidenziato da altri (Aleman et al., 2002).

Concludendo, l'ecografia renale è un esame diagnostico semplice, applicabile in campo e non invasivo nel puledro, come nel cavallo adulto. Inoltre questo tipo di indagine è considerato oggi di notevole utilità per adiuvarne il medico veterinario nell'iter diagnostico e nel follow-up di diverse patologie che affliggono il puledro.

## BIBLIOGRAFIA

Acworth NRJ (2003). The healthy neonatal foal: routine examinations and preventative medicine. Rossdale & Partners's foal care course; 9-14

Aleman M, Gillis CL, Nieto JE, Renaudin CD, Bea J (2002). Ultrasonographic anatomy and biometric analysis of the thoracic and abdominal organs in healthy foals from birth to age 6 months. *Equine Vet Journal*, 34: 649-655.

Bain FT (2012). Ultrasound of the Thorax and Abdomen in the Foal. *AAEP Proceedings*, 58; 38-44.

Barone R, Bertin Y (1966). Recherches sur l'évolution staturale et le development visceral chez le foetus des équidés. *Rev Méd Vét*, 11, 7: 1059-1067.

Busoni V, De Busscher V, Lopez D, Verwilghen D and Cassart D (2011). Evaluation of a protocol for fast localized abdominal sonography of horses admitted for colic. *Vet JI* 188: 77-82.

Catalano AL (1984). Valutazione morfo-funzionale del cavallo. Igiene ed etnologia. Goliardica Ed., Noceto (PR).

De Sanctis JT, Connolly SA, Bramson RT (1998). Effect of patient position on sonographically measured renal length in neonates, infants, and children. *AJR. Am J Roentgenol*, 170(5): 1381-1383.

Draper AC, Bowen IM, Hallowell GD (2012). Reference ranges and reliability of transabdominal ultrasonographic renal dimensions in thoroughbred horses. *Vet Radiol Ultrasound*, Vol 53, 3: 336–341.

Divers TJ (1983). Chronic renal failure in horses. *Compend Contin Educ Pract Vet* 5(6): S310-S317.

Dyce KM, Sack WO, Wensing, CJG (1987). Some basic facts and concepts. In: *Text book of Veterinary Anatomy*, WB Saunders Co, Philadelphia: p 3

Ehnen SJ, Divers TJ, Gillette D, Reef VB (1990). Obstructive nephrolithiasis and ureterolithiasis associated with chronic renal failure in horses: eight cases (1981-1987). *J Am Vet Med Assoc*, 197(2): 249-53.

Freeman SL (2002). Ultrasonography of the equine abdomen: Techniques and normal findings. *In Pract.* 24: 204-211.

Freeman SL (2003). Diagnostic ultrasonography of the mature equine abdomen. *Equine Vet Educ*, 15: 319-330.

Habershon-Butcher J, Bowen M, Hallowell G (2014). Validation of a novel

translumbar ultrasound technique for measuring renal dimensions in horses. *Vet Radiol Ultrasound*, 55(3): 323-30

Harold C, Schott II (2007). Chronic Renal Failure in Horses. *Vet Clin North Am Equine Pract*, Vol 23, Iss3: 593-612

Hoffmann KL, Wood AK, McCarthy PH (1995). Sonographic-anatomic correlation and imaging protocol for the kidney of horses. *Am J Vet Res*, 56(11): 1403-1412

Hoffmann KL, Wood AK, McCarthy PH (2000). Ultrasonography of the equine neonatal kidney. *Equine Vet Journal*, 32: 109- 113.

Kiper ML, Traub-Dargatz JL, Wrigley RH (1990). Renal ultrasonography in horses. *Compend Contin Educ Pract Vet*, vol12, n7: 993–1010

Koterba AM, Coffman JR (1981). Acute and cronic renal desease in the horse. *Compend Contin Educ Pract Vet* 3(12): S461-469

Martin-Rosset W (1983). Revue bibliographique: Particularités de la croissance et du développement du cheval. *Ann Zootechnie*, 32: 109-130

Morresey PR (2014) Ultrasonography of the Foal. *Proceedings of the AAEP, 16th Annual Resort Symposium, Rio Grande, Puerto Rico*: 1-5

Penninck DG, Eisenberg HM, Teuscher EE et al (1986). Equine renal ultrasonography: normal and abnormal. *Vet Radiol Ultrasound* 27(3): 81-84.

Rabba S, Busoni V (2009). Transabdominal ultrasonography in the adult horse. *Ippologia*, 20: 5-12.

Ramirez S, Williams J, Seahorn TL, Blas-Machado U, Partington BP, Valdes M, McClure JR (1998). Ultrasound-assisted diagnosis of renal dysplasia in a 3-month-old Quarter Horse colt. *Vet Radiol Ultrasound* 39: 143-146.

Rantanen NW (1986). Desease of the kidney . *Vet Clin North Am ( Equine Pract)* 2(1): 89-103

Rantanen NW (1990). Renal ultrasound in the horse. *Equine vet Educ*, 2: 135-136.

Reef VB (1991). The use of diagnostic ultrasound in the horse. *Ultrasound Q*, 9: 1-34

Reef VB (1991). Equine pediatric ultrasonography. *Comp. cont. Educ. pract. Vet.* 13: 1277-1295.

Reef VB (1998). Adult abdominal ultrasonography. In: *Equine Diagnostic Ultrasound*, Ed: VB Reef, WB Saunders, Philadelphia: 273-363.

Reef VB (1998). Pediatric abdominal ultrasonography. In: *Equine Diagnostic Ultrasound*, Ed: VB Reef, WB Saunders, Philadelphia: 364-403.

Schmidt AR (1989). Transrectal ultrasonography of the caudal portion of abdominal and pelvic cavities in horses. J Am Vet Med Assoc;194: 365– 371

Sisson S (1975). Equine Urogenital System. In: Sisson and Grossman's The Anatomy of Domestic Animals, Vol 2, 5th edn., Ed: R Getty, WB Saunders Co., Philadelphia: 524-528

[www.agraria.org](http://www.agraria.org)

[www.unire.gov.it](http://www.unire.gov.it)